

AUTONÓMHÁZ MEGVALÓSÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGE EGER VÁROSÁBAN

SZAJLAI RUDOLF¹ – MISIK TAMÁS²

¹ Eszterházy Károly Főiskola, Környezettan BSc, III. évfolyam

² Eszterházy Károly Főiskola, Környezettudományi Tanszék

Abstract: Construction of an autonomous house in Eger – planning considerations

An autonomous house is a building designed to be operated independently from infrastructural support services such as the electric power grid, gas grid, municipal water systems, sewage treatment systems, storm drains and communication services. Advocates of autonomous building describe advantages that include reduced negative environmental impacts, increased security, and lower costs of ownership. We selected in this manuscript, which building material, mechanical engineering, house plan, method of water supply, lagooning and method of waste management are the optimal selection. Finally were made financial calculations to the effective house building.

Bevezetés

A technológiai ismereteink robbanásszerű fejlődésével együtt hatalmas mértékben elkezdtek átalakítani a környezetünket. Erdőket irtottunk ki, hogy városokat vagy szántóföldeket építsünk vagy telepítsünk a helyükre. Mocsarakat csapoltunk le és folyókat szabályoztunk. Az éghajlatunk változni kezdett; gyorsabb ütemben, mint ahogy azt bárki előre megjósolhatta volna. Minden változtatásunkkal kihatottunk – és hatunk még most is – Földünkre. A változtatás szükségességét már korábban felismertük, de az időközben megerősödött lobbi érdekek és az általunk kialakított, kényelmünket szolgáló infrastruktúra ezt megnehezíti.

Az éves energiafelhasználás közel 40%-át a háztartások teszik ki. Ha el tudnánk érni egy 50%-os megtakarítást, akkor ez a 40% máris csak 20%-ot jelentene a teljes ország energiamérlegében, ami máris teljesítené az EU egyik célkitűzését. Elsőre talán radikálisnak hangzik, de nem is olyan elérhetetlen. Számítalan lehetőségünk van az egyén szintjén is cselekedni. Egyrészt minden szobához a megfelelő hőfokot állítjuk be, és frissítjük a nyílászárók szigetelését, másrészt lecseréljük a korszerűtlen fűtési rendszerünket, egészen a passzív házak építéséig. Léteznek autonóm házak, amik nem 50%-os hanem 100%-os megtakarítást

érnek el, sőt akár aktív termelők is lehetnek az elektromos hálózatra. 2008-ban az első minősített magyarországi passzívház 13,7%-kal került többbe, mint egy hagyományos építésű ház ugyanazon a környéken (19 db ugyanabban az évben épült házzal összevetve) (www.lakjonjol.hu 2013). Mára ez a különbség csökkent, ahogy egyre több innováció jelenik meg az építőiparban és az épületgépezetben. Egy autonóm ház a nyilvánvaló objektív előnyei mellett pénzben nehezen kifejezhető élettér-minőségi előnyökkel is jár. Ezek a következők:

- Az önellátáshoz szükséges energia megtermelése; zéró áramszámla;
- A használati meleg vízhez szükséges hőenergia megtermelése; zéró fűtési számla;
- Vízszükséglet ellátása; zéró vízszámla;
- Szennyvíz felhasználás; zéró csatornázási díj;
- A hőszigetelésnek köszönhető jelentős hangszigetelés;
- A hőhíd-mentes szerkezetnek köszönhetően nincsenek sugárzó hideg részek; egyenletes hő komfortot nyújt;
- A hőcserélős szellőztető rendszer megszűri a levegő pollen- és portartalmát, és elvezeti a keletkező párát; penészesedés megelőzése;

Az aktívházzal ellentétben, ami „csak” energiából termel többletet, az autonóm ház esetében a teljes önellátás kiterjed a vízre is. Az autonómház megtermeli passzív és aktív elemek segítségével a házban élők szükségleteit fedező hőmennyiséget, az áramot az elektromos berendezésekhez és a vizet is a mindennapi felhasználásra. A teljes autonóm élettér kialakításának lehetősége hazánkban még gyerekcipőben jár. Egyetlen kimondottan ezzel foglalkozó összefoglaló elektronikus könyv készült 2013-ban Ertsey Attila Ökológikus Építész és a Szent István Egyetem Ybl Miklós Műszaki Főiskolai Kar, Épített Környezet Tanszék közös együttműködésével. Tematikusan végighalad az önállósághoz szükséges feltételek megteremtéséhez. Olyan megvalósításokat helyez előtérbe, amikhez nem szükség áram. Építészeti szempontból passzív napenergia hasznosítást javasol és környezetbarát építőanyagokat (vályog, fa, kő, szalma). A fűtési rendszert napkollektorral és fagázósító berendezéssel javasolja megoldani. Az elektromos áram termeléssel kapcsolatban csak felsorolja a lehetőségeket (nap-elem, szélkerék, bioüzemanyaggal működő generátor), de nem foglal állást azzal kapcsolatban, hogy melyiket lenne érdemesebb használni. Foglalkozik még az autonómia kérdésével az Ökológiai Intézet a Fenntartható Fejlődésért Alapítvány 2011-es kiadású „Környezetbarát technológiák az építkezésben és praktikus megoldások a ház körül” című füzetében. Az építkezéshez vályogot vagy szalmát ír elő, mint teljesen természetbarát anyagot. Áramtermelésre hibrid rendszert javasol, míg fűtésre dán-típusú falazott tömegkályhát. Száraz toalett és esővíz hasznosítás mellett szürkevíz visszaforgatóval 60 liter alá csökkenthető az egy főre vetített napi ivóvízfogyasztás (ami Európában 100-150 liter között mozog), és fűtő kútból oldható meg az ivóvíz ellátás. A vízádo rétegek szennyezettsége –elsősorban a nitrogén-terhelés miatt- azonban ezt az ország számos pontján problematikusá teszi. A képződő szennyvizet nád gyökérzónás tisztítóval telken belül használja és tisztítja meg. A választott témához szorosan illeszkedő

könyv a Farsang Attila, Nagy Mihály és Nógrádi Péter által írt és szerkesztett 2010-es, „Építsünk passzívházat” címmel megjelent részletes munka. Kimondottan egyik építőanyag mellett sem teszi le a voksát, inkább a terület adottságait és az építetű elvárásait helyezi előtérbe. A szellőztető berendezés által visszanyert hő mellé elsődlegesen elektromos fűtést javasol, ami vagy a bejövő levegőt melegíti fel a beömlési csatornába, vagy a szobákba elhelyezhető kerámia hőszugárzót. Használati meleg víz előállításához hőszivattyút javasol. Elektromos áram termeléshez elsődlegesen napelemet, amit esetlegesen szélérőművekkel lehet hibrid rendszerbe kötni.

Ezen előnyöket ötvözve komposztálással és saját célra való termeléssel jó részt függetlenné válhatunk az elműlt években jellemző folyamatosan dráguló rezsi költségektől. Munkánkban arra keressük a választ, hogy ez a fajta autonómia a helyi sajátosságok között hogyan valósítható meg. A környezeti adottságokhoz, és a várható igényekhez fogjuk igazítani a tervezett ház paramétereit, és választunk majd a legmegfelelőbb építőanyagok és építészeti megoldások közül. Természetesen figyelembe vesszük a felmerűlő költségeket, ha azonos megoldást biztosító választási lehetőségekkel találkozunk elemzésűnkben.

A vizsgálatok anyaga és módszere

A legfontosabb szempont, hogy évtizedekre szűlő zavartalan déli benapozottságot lehessen elérni a telken. Ezt figyelembe véve előnyösebb a lejtűs terület, mint a sík, mert a terület felsű végébe pozícionált háznak biztosított az árnyékolásmentes felülete. A lejtű szűgének meghatározása és kiválasztása a terműföld erűziójának egyik kulcsfontosságű eleme, ezért túl meredekre nem érdemes építkezni.

Egerben 7 megfelelő helyet, telket választottunk ki a vizsgálatainkhoz. Az 1. számű sík, észak-déli tájolásű terület Eger történelmi belvárosában található a művelűdési ház mögűtt. A 2. számű terület az Eszterházy Károly Fűiskola D” épűletétűl délre található a Rozália temetű felé, a Szent István hotel alatti lejtűn. Hátránya, hogy túl nagy a lejtűse. A 3. számű telek a fűiskola „E” épűletétűl délre található egy nagy kiterjedésű fűves területen. A 4. terület a Hajdűhegy tetején található sík telek. Fekvése jű és megfelelő a mérete is. Az 5. számű terület a Kistályai úton fekszik. Tájolása és árfekvése jű, azonban elég magas a lejtűszűge. A 6. terület az Egert és Egerszalókot összekötű K-2-es elkerűlű út mellett található. Tájolása majdnem ideális. A 7. számű telek a Vécsey völgyben található. Jű a benapozottsága, de a megközelíthetűsege nem túl ideális, és elég távol fekszik a belvárostűl. A késűbbi építkezés lehetűsege, és az összes szempont egyűttes figyelembe vétele mellett a választásűnk végűl a 3. számű telekre esett.

Eredmények

Építőanyag

Az építőanyag kiválasztása okozta a lehető legtöbb fejtörést. Anyagával kapcsolatban nem azonnali kizáró ok, ha az előállítása nem teljesen környezetbarát, mivel hosszú élettartamra van tervezve. A lenticen túl több lehetőség is adott, de a többit valamelyik okból nem tartottam jó választásnak az elképzeléseimhez. Például földháznál a csapadékhasznosítás külön költségeket jelent, a gerendaházaknak meg túl magas a költsége (Wolfgang 2005).

A szalma hőszigetelési képességeit a szalmaszálak között található levegő adja. A levegő nagyon jó hőszigetelő, ha két réteg között maximum 16,0 mm vastagságban található, ugyanis felette beindul a levegő cirkulációja és a hő szállítás is. A szalmaszálak belső átmérője alatta marad ennek az értéknek, illetve az összebálázáskor közé kerülő légrések is. Könnyen hozzáférhető építőanyag és semmilyen speciális eljárást nem igényel. Építkezésnél figyelembe kell venni, hogy víz közvetlenül ne érje. Magasabb alapot kell készíteni, hogy a földről visszaverődő csapadék ne áztathassa a falat. Jó a tűzállósága. A vakolat leégése után csak egy minimális réteg pörkölődik meg a szalmafalból, mivel ahogy megég, úgy abban a pillanatban el is zárja a levegőt, így a további égés lehetőségét is. Kiválóan bírja a földmozgásokat és jól tolerálja a viharos időt is (www.szalmahaz.hu 2013).

A könnyűszerkezetes felépítés világszinten elterjedt, csak itthon számít újdonságnak. Szerkezetileg némiképpen hasonló a szalmaházhoz, mert itt is egy vázszerkezetet építenek meg először. Gyorsan lehet vele építkezni, így pénzt és időt megtakarítva egy hagyományos építésű házzal szemben. A szalmaházhoz hasonlóan jól bírja szerkezeti rugalmassága miatt a földrengéseket. Erősebb szellőzésektől sem mozog ki a ház (Anderson 1999).

Az ISOTEQ/Prokoncept egy érdekes technológia, amiben a zsalut egy polisztirol hab helyettesíti. Elsőnek felépítik a fal vázát, majd egy nagy tölcser segítségével adagolják bele a betont. Megszilárdulása után a polisztirol zsalu hőszigetelésként funkcionál tovább. Előnye, hogy szerkezetileg igen masszív, és a falazással egy időben a hőszigetelést is megoldják. Tűzbiztonsága jó, mert a hőszigetelő anyag nem éghető, egyszerűen leolvad (www.isoteq.hu 2013).

A mindenki által ismert régi építőanyag a téglá. A tömörtéglákat mára már felváltotta a lyukacsos szerkezetű, aminek jobb a hő ellenállása és még rendelkezik hőtároló tömeggel. Előnye, hogy jól alakítható a meglévő fal, és mindent könnyedén odarögzíthetünk, ahová akarunk. Hátránya, hogy igen jó hőszigetelést kell alkalmaznunk, hogy lecsökkentsük az energiavesztést. Szerkezetileg tartós.

Az Ytong nagyon jól formázható és alakítható. Kiváló a hőtartó képessége, ami főleg nyáron áldásos, amikor a kellemes hűvöst hosszan őrzi az otthonunkban. Elég könnyű anyag, több emeletes épület csak merevítő betongerendával

lehetséges. Alapvetően jó a páraáteresztő képessége, de a kívánt hőszigetelés mellett ez nem érvényesül (www.ytong.hu 2013).

Hosszas mérlegelés után a tégl a prokoncept és a könnyűszerkezetes ház maradt, mint lehetséges megoldás. A könnyűszerkezetes ház mellett szól a gyorsabb kivitelezés, és alacsonyabb beruházási költség. Hiánya viszont, hogy nincs hőtároló képessége, illetve elég rossz a hangszigetelése. A tégl mellett szól a jó hőkapacitás, ami télen hosszan sugározza vissza az eltárolt meleget, míg nyáron véd a gyors felmelegedés ellen. A tégl előnye még a jó teherbírás és kedvező páraáteresztő képesség. Prokoncept falak a könnyűszerkezeteshez hasonlóan nem tárolnak hőt, ellenben hangszigetelésben már sokkal jobbak. Az ár figyelembevétel után végül a könnyűszerkezetes építkezés mellett tettük le a voksunkat.

Gépészet

A napelem olyan eszköz, ami a beérkező elektromágneses sugárzást közvetlenül elektromos energiává alakítja át. Többféle változata létezik – egykristályos, polikristályos, polimerekből készült, stb. – ezek között hatásfok és természetesen jelentős árbeli különbségek vannak. Átlagosan 15-25 év garanciát adnak rá a gyártók, míg várható élettartamuk 30-40 év, és folyamatosan növekszik a fejlettebb technológiáknak köszönhetően (Ferenczi 2009).

A napkollektor a nap energiájából közvetlenül hőt állít elő. Lehet levegős vagy folyadék rendszerű. A folyadék rendszerűn belül megkülönböztetünk sík és vákuumcsöves kollektort. Utóbbinak jobb a teljesítménye, de magasabb az ára. Átlagosan 5-12 év garanciát adnak rá a gyártók, míg várható élettartamuk 30-35 év (Armin és Werner 2005).

A szélgenerátor a szél munkavégző erejét alakítja át villamos energiává. Átlagosan 2-3 év garanciát vállalnak rá a gyártók, míg a várható élettartamuk 25-30 év. Közben 6-8 évente akkumulátort kell cserélni és 25 évnyi működés után a generátort is (Ferenczi 2009).

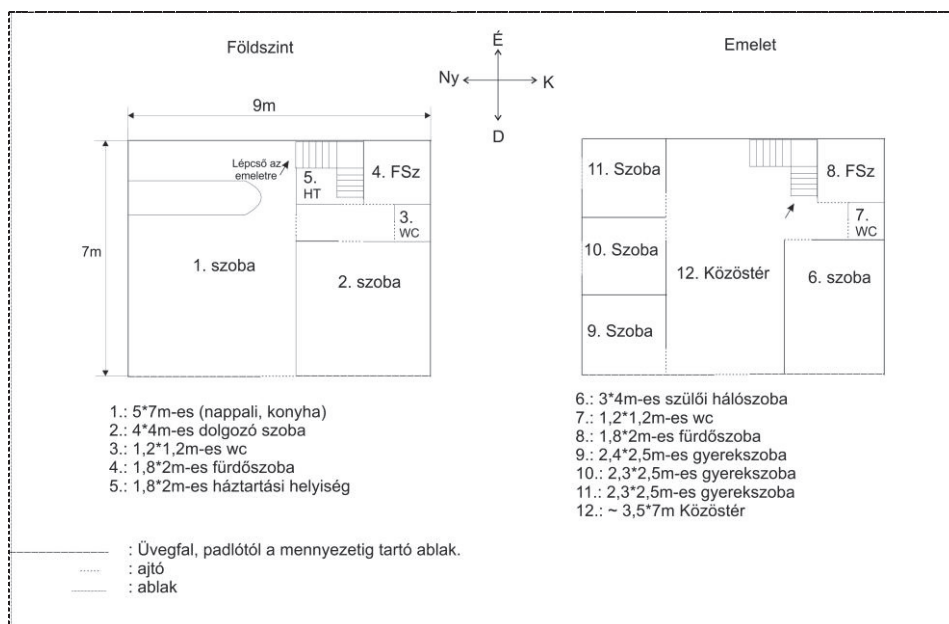
A hőszivattyú az egyik közeg hőenergiáját egy másik közegnek adja át. Alapvető csoportosítása és ezáltal felhasználása is azáltal történik, hogy miből, mivel és mibe történik az energianyerés, közvetítés és végül a felhasználása a kinyert hőnek (Jaroslav 2006).

Az épület fűtésének és hűtésének a gerincét a hővisszanyerős - levegő-levegő-levegő hőszivattyú - szellőztetés adja. Ez szinte kötelező érvényű, ha alacsonyan akarjuk tartani a hideg időszakban jelentkező hőveszteséget, illetve el akarjuk kerülni a meleg időszakban jelentkező szintén nem kívánatos túlmelegedést. A rendszer előnye a folyamatos légcseré külön ablaknyitogatás nélkül, ami egészségesebb élhetőbb környezetet eredményez minimális hőveszteséggel. Használati meleg víz előállításához egy hőszivattyúra esett a választás, mivel gazdaságossági határfokban a legjobb (Jaroslav 2006). A megújuló energiaellátás bármilyen formája gazdaságossági szempontból célszerűnek minősíthető, ha a megtérülési idő 10 éven belül van [7/2006. (IV. 24.) TNM rendelet]. Másrészt a környezetterhelése helyben minimális, az energia-megtakarítás mértéke pedig

20-40% körüli. Az elektromos áramot napelem és szélgenerátor állítja majd elő hibrid rendszerbe kötve, akkumulátoros tárolókapacitással és hálózatra termeléssel ellátva (Ferenczi 2009). Egy 3kW-os szélgenerátorra esett a választás, ami önmagában is képes lehet az energiaigény teljes kielégítésére, illetve egy 3,5kW-os napelem szettre, ami éves szinten biztosítani tudja a teljes ellátást.

Házterv

A ház megtervezésénél igyekeztünk a legjobban hasznosítani a rendelkezésre álló teret. Többszörös méretezés és számolás után $9\text{ m} \times 7\text{ m}$ -es nettó alapterületű 2 szintes háznál maradtunk. A könnyűszerkezettel számolva a ház külső területe a túlnyúló tetővel $10,2\text{ m} \times 10,2\text{ m}$.



1. ábra: A tervezett ingatlan alaprajza (Szajlai Rudolf 2013)

A földszinten és az emeleten a fal egy része lényegében maximálisan jó hőszigetelő képességgel rendelkező ablak vagy üvegfal. A fűtési veszteség csökkentéséhez ezt a nagy üvegfelületet délre tájoltuk (Novák 1995). A háznak csak arra a részére került falazat, amit még a legalacsonyabban járó téli nap sem süt soha. Az emeleti közös tér szolgál egyfajta játszó és tanuló szobaként. A konyha pedig a nappalival együtt alkot egy nagy szerves egységet. A nagy ablakok hiába korszerűek, így is túl magas a hőveszteségük. Jobban szigetelt ablakoknál sajnos csökken a bejövő fény mennyisége. Felmerült a télikert létesítésének az igénye. Hagyományos házaknál nagyon jó megoldás egyfajta puffer terület alkotására, ahol a növények elhelyezhetők, és javítja a ház energia mérlegét. A tervezett házunk esetében viszont a „túl jól” szigetelt déli falunkon kevés hő áramlik ki

ahhoz, hogy elegendő meleget biztosítson. $U=0,5 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$ képességű (U = az ablak hőátadási együtthatója), extrém jól hőszigetelt méregdrága ablakokkal lehetne csak pozitívba eltolni a rendszert, ezért elvetettük a létesítését.

Vizellátás

Az alacsony oldott ásványi anyagoknak köszönhetően az esővíz esetében lágy vízről beszélhetünk. Köztudott, hogy az egri vizek oldott ásványi anyag tartalma magas, így a vízkövesedés kezelése plusz terhet ró a háztartásokra. Megjegyzendő, hogy ma már igen hatékony vegyszermentes vízkő-mentesítési eljárások léteznek állandó mágnes, vagy elektromágnes alkalmazásával. Különösen a mosógépekre veszélyes, hamar tönkretelheti, ami vagy költséges karbantartást vagy akár a készülék cseréjét teszi szükségessé. Az esővíz - tisztítás és üleptetés után - kiválóan felhasználható a mosógép üzemeltetéséhez (nem szükséges külön vízlágyító) és tisztálkodáshoz (Karl - Heinz 2008).

A fűtő kutaknál megkülönböztetünk talajvizet és rétegvizet kutat. A kettő között mára már nagyon nagy minőségbeli különbségek adódtak. A talajvizet kutat öntözésre alkalmasak, de ivóvízként történő használata erősen kétséges az antropogén szennyeződéseknek köszönhetően. A rétegvíz minősége jobb és stabilabb, de jóval mélyebb kút fúrása szükséges hozzá. Ezt a megoldást is akadályozhatja olykor a vízáradó rétegek erős szennyezettsége.

Magyarországon az átlagos vízfogyasztása naponta 100 liter személyenként, melyből; - ivás és főzés: 3-4 liter, mosogatás: 4-7 liter, takarítás: 5-10 liter, naponta többszöri kézmosás: 10-15 liter, zuhanyozás és fürdés: 40-100 liter, mosás: 20-40 liter, míg végül a WC öblítése: 20-40 liter (www.vizkincs.hu 2013). A WC öblítés a komposzt WC használata mellett lényegében 0-ra redukálódik. 20-30%-os megtakarítást ígérnek azáltal, hogy levegővel dúsítják a vízszugarat. A csapadékgyűjtő felület megoldható egy a ház mellé épített fedett területtel. Ez felhasználható teraszként és autóbeállóként is.

Házi szennyvíztisztítás

Mivel a tervezett ház lakott területen található, így elsődleges fontosságú, hogy minimális szaghatással legyen a környezetre. Ezzel együtt szintén nagyon fontos, hogy üzembiztos legyen, és egyszerűen, biztonságosan karbantartható. Célszerűbb minél kisebb területű megvalósítást keresni.

A nádas tisztítónál a távozó szennyvíz egy kis tavacskába áramlik, ahol a telepített nád, sás végzi biológiai úton a lebontást. A nád üreges szára oxigént közvetít, ami elősegíti az aerob lebontási folyamatokat, míg a gyökérzónában található baktériumok feldolgozzák a szennyvizet. Általában egynél több medencéből áll, és az utolsóra már halakat is lehet telepíteni.

A bioreaktor kereskedelmi forgalomban kapható mini szennyvíztisztító telep. Egy nagyméretű tartályt jelent, ami több részre van osztva. A cellák között szivattyú segíti a szennyvíz áramlását és levegőztető a lebontási folyamatokat. A föld alá süllyeszti a szerkezetet, a felszínen csak a nyitható fedele található. Elektromos áram szükséges a levegőztető és a szivattyú működtetéséhez. A ter-

melődő trágyát évente egyszer kell kiszippantatni egy szakemberrel, vagy egy zagyszivattyúval önmagunk is kiszivattyúzhatjuk és trágyaként felhasználhatjuk.

A komposzt WC az emberi ürülék kezelésére alkalmas módszer. Nem szükséges víz az öblítéshez. Lehetőség van emeletre is telepíteni, ekkor szappanos-öblítéses WC-t alkalmaznak, ami biológiailag lebomló szappanos folyadékot használ. A gyártó paraméterei alapján egy öblítéshez 1 deciliter víz elegendő. 3 kamrából áll és az elsőbe hullik a fekália, amiben víz is található. Amikor megtelik, akkor átbillen, és átkerül a komposztáló részbe. A komposzt megérése után, átkerül a harmadik rekeszbe, ahonnan évente egyszer ki kell üríteni és fel lehet használni a dísznövények trágyázására. Konyhai ledobót is lehet hozzá telepíteni a konyhai hulladékok részére.

Az alomszék egy egyszerű szerkezet, ami a hagyományos WC-t hivatott kiváltani, és magunk is összeszerelhetjük. Lényegében egy fadobozt kell készíteni és egy zománcozott vagy rozsdamentes acél vödröt belerakni. A tetejére még egy WC ülőkét kell felerősíteni. Használata jelentősen eltér a megszokottól. A vödörbe először kb. 2 cm-es rétegben kell beleszórni száraz anyagot, ami lehet faforgács, fűrészpor, aprított kerti hulladék, aprított karton. A fekália bejutása után rákerül a WC papír majd úgy 2 centiméteres rétegben kell rászórni megint száraz anyagot. Erre kell rápermetezni 1-2 dl vizet egy kis kézi permetezővel, ami a szaggátlást segíti elő. Amikor megtelik, akkor kell kivinni a kerti komposztálóba, majd egy kevés vízzel kiöblíteni.

A gyökérszén és a bioreaktoros tisztítás áll a legközelebb a hagyományos szennyvíz felhasználási szokásainkhoz, viszont a működésük a legkörülményesebb. A nádist 3-5 évente le kell kaszálni. A beáramlás környéke kiváló szűnyogtenyésztő telep, illetve kellemes szagok is áramolhatnak felőle. Télen romlik a hatásfoka. Nagyobb család esetén levegőztető alkalmazása nélkül nagyon nagy területet igényel (15-20 m²/fő). Bioreaktornál eltömődések jöhetnek létre illetve időnként ellenőrizni kell a levegőztető szelepeket is, amik alacsony szinten rothadást idéznek elő, míg túl magas értéken felhabosodást. Az alomszék használata ugyancsak kissé körülményes, ezért a választásunk a komposzt WC-re esett.

Hulladékkezelés

A 2012. március 27.-i Eurostat jelentés szerint (www.epp.eurostat.ec 2012) egy átlagos magyar háztartásban évi 413 kg hulladék keletkezik lakosonként. Számtalan statisztikát átnéztünk, és végül a Nyíregyházi Főiskola honlapján találtunk egy kimondottan kertes házakra végzett felmérést. Ennek alapján a keletkező hulladék a következőképpen oszlik meg: komposztálható hulladék – télen 10-20%, máskor 40-50%; papír – 15-20% (a papír nagy része is komposztálható), szelektív gyűjtéssel aránya akár 1% alá is szorítható; műanyag hulladék – a leggyorsabb ütemben gyarapodó hulladékalkotó, melynek aránya ma 5-10%; fémhulladék – átlagosan 3-5%; üveghulladék – átlagosan 3-4%, de aránya folyamatosan nő, mert egyre ritkább a betétdíjas csomagolás, helyette terjednek az

eldobható üveg- (és műanyag-) csomagolások; veszélyes hulladék – részesedése csupán 1% körül; (www.nyf.hu 2013).

Ahogy látható a fenti adatokból, az otthoni hulladékunk közel 30%-a komposztálható szerves hulladék (természetesen évszakonként változó), ami körülbelül 140 kg értéket jelent fejenként. A háztáji komposztálás ma már könnyen megoldható a különféle előre elkészített komposztálók, hőmérők és javító adalékok segítségével. A keletkező papír hulladék szerencsére jól szétválogatható és a szelektív gyűjtőszigeten elhelyezhető, vagy saját célra felhasználható. Ezzel szinte teljesen nullára redukálható a mennyisége. A bejövő műanyag hulladék csökkenthető vászon táskák használatával és visszaváltható palackok - akár üveg, akár műanyag - segítségével. A nem visszaváltható palackokat a szelektív gyűjtőszigetekre elhelyezhetjük, de működik a háztól való zsákos begyűjtés is, valamint felhasználhatjuk saját célra is. Számtalan jó megoldás van, akár függőleges kertészkedéshez, akár „öntözésszabályozáshoz” a növények között elhelyezve. A fém szerencsére igen jól és könnyen szétválogatható (konzervdobozok, alumínium dobozok) és a szelektív elszállításuk és feldolgozásuk megoldott. Az üveg kiváló társ a háztartásban. Tisztítás után tárolásra kiválóan alkalmazható. Ha nincs rá szükség, akkor a szelektív gyűjtőszigetekre elhelyezhető.

Gazdaságossági számítások

Az esővíz tározó költsége a kiegészítő tetővel és a tárolókkal együtt körülbelül 900 000 Ft. A termelt vízzel való megtakarítás eredményét 12 évre lebontva a 9. táblázatban mutatjuk be.

Az elektromos rendszer bekerülési költsége tároló akkumulátorokkal együtt 2 500 000 Ft (napelem 3,5kW) plusz 2 800 000 Ft (szélgépj 3kW), azaz 5 300 000 Ft. A képet árnyékolja még, hogy 6-8 évente cserélni kell az akkumulátorokat, aminek a jelenlegi ára olyan 1 000 000 Ft körül mozog. Ezért 7 évente mindkét oszlopban korrigáltuk 500 000 Ft-al az összesített megtermelt értéket (2. táblázat). Az akkumulátorok ára folyamatosan csökken, ahogy egyre gazdaságosabb technológiákat fejlesztenek ki.

1. táblázat: A víz gyűjtéséből származó nyereség számítása 12 évre.

| | |
|---------------------|--------|
| Éves hozam m3/év: | 36,497 |
| Vízdíj Ft-ban: | 688,67 |
| Éves drágulás %-ban | 5 |

| | |
|---------------------|---------|
| Éves hozam m3/év: | 57,5116 |
| Vízdíj Ft-ban: | 688,67 |
| Éves drágulás %-ban | 5 |

Terasz

| Év | Éves hozam | Összesítve |
|----|------------|------------|
| 1 | 25 134 Ft | 25 134 Ft |
| 2 | 26 894 Ft | 52 028 Ft |
| 3 | 28 776 Ft | 80 805 Ft |

Háztető

| Év | Éves hozam | Összesítve |
|----|------------|------------|
| 1 | 39 607 Ft | 39 607 Ft |
| 2 | 42 379 Ft | 81 985 Ft |
| 3 | 45 345 Ft | 127 331 Ft |

Terasz

| | | |
|----|-----------|------------|
| 4 | 30 791 Ft | 111 595 Ft |
| 5 | 32 946 Ft | 144 541 Ft |
| 6 | 35 252 Ft | 179 794 Ft |
| 7 | 37 720 Ft | 217 514 Ft |
| 8 | 40 360 Ft | 257 874 Ft |
| 9 | 43 186 Ft | 301 059 Ft |
| 10 | 46 209 Ft | 347 268 Ft |
| 11 | 49 443 Ft | 396 711 Ft |
| 12 | 52 904 Ft | 449 615 Ft |

Háztető

| | | |
|----|-----------|------------|
| 4 | 48 520 Ft | 175 851 Ft |
| 5 | 51 916 Ft | 227 767 Ft |
| 6 | 55 550 Ft | 283 317 Ft |
| 7 | 59 439 Ft | 342 756 Ft |
| 8 | 63 599 Ft | 406 355 Ft |
| 9 | 68 051 Ft | 474 406 Ft |
| 10 | 72 815 Ft | 547 221 Ft |
| 11 | 77 912 Ft | 625 133 Ft |
| 12 | 83 366 Ft | 708 499 Ft |

2. táblázat: Az áram termelés nyereség számítása 12 évre.

| | |
|---------------------|-------|
| Éves hozam kWh/év: | 2925 |
| Áram Ft-ban: | 44,54 |
| Éves drágulás %-ban | 7 |

| | |
|---------------------|-------|
| Éves hozam kWh/év: | 3780 |
| Áram Ft-ban: | 44,54 |
| Éves drágulás %-ban | 7 |

Szélgépj

| Év | Éves hozam | Összesítve |
|----|------------|--------------|
| 1 | 130 280 Ft | 130 280 Ft |
| 2 | 139 399 Ft | 269 679 Ft |
| 3 | 149 157 Ft | 418 836 Ft |
| 4 | 159 598 Ft | 578 434 Ft |
| 5 | 170 770 Ft | 749 203 Ft |
| 6 | 182 724 Ft | 931 927 Ft |
| 7 | 195 514 Ft | 627 442 Ft |
| 8 | 209 200 Ft | 836 642 Ft |
| 9 | 223 844 Ft | 1 060 486 Ft |
| 10 | 239 514 Ft | 1 300 000 Ft |
| 11 | 256 279 Ft | 1 556 279 Ft |
| 12 | 274 219 Ft | 1 830 498 Ft |

Napelem

| Év | Éves hozam | Összesítve |
|----|------------|--------------|
| 1 | 168 361 Ft | 168 361 Ft |
| 2 | 180 146 Ft | 348 508 Ft |
| 3 | 192 757 Ft | 541 264 Ft |
| 4 | 206 250 Ft | 747 514 Ft |
| 5 | 220 687 Ft | 968 201 Ft |
| 6 | 236 135 Ft | 1 204 337 Ft |
| 7 | 252 665 Ft | 957 001 Ft |
| 8 | 270 351 Ft | 1 227 353 Ft |
| 9 | 289 276 Ft | 1 516 629 Ft |
| 10 | 309 525 Ft | 1 826 154 Ft |
| 11 | 298 073 Ft | 2 124 227 Ft |
| 12 | 318 938 Ft | 2 443 164 Ft |

Következtetések, javaslatok

Az autonómházra nincsen jelenleg pontos megfogalmazás. Van egy nagyon alap definíció, de a megvalósítására nincsenek segédletek. A high-tech, még az

árnyékolást és a napelem tájolást is elektromosan, központi számítógép vezérelte intelligens ház ugyanúgy autonóm, mintha veszek egy pár hektáros erdőt, amibe építek egy kis faházikót a helyszínen található fából, pottyantós WC-el, ivóvíz kúttal és fafűtéssel. Helyben megtermelt élelmiszerekkel lényegében önellátóvá tudunk válni. A magyar nyelvű szakirodalomban javasolt fatüzelést csak akkor tartjuk elfogadhatónak és megújulónak, ha saját gazdálkodásból származik. A máshonnan hozott faanyag vagy üzemanyag már függést jelent külső forrásoktól.

Fontos leszögeznünk, hogy egy autonóm házra igazán egységes tervrajzot és gépészeti megvalósítást nem lehet adni. Mindig illeszkednie kell a helyi körülményekhez. Más csapadéktároló kapacitást kell méretezni nálunk, vagy a Görögországban, vagy Angliában. Könnyen belátható, mennyire különböző termelést fog produkálni 1m^2 napelem, vagy napkollektor ugyanebben a 3 országban. Igyekeztünk egy gazdaságilag hatékony házat tervezni, ami magába foglalja, hogy minden gépészeti elem kapacitása úgy legyen meghatározva, hogy a szükséges igényeket teljesítse, de ne legyen túlságosan túlméretezve. A csapadék megfelelő puffer tartállyal méretezve pontosan beállítható a várható fogyasztásunkhoz. Az elektromos áramfogyasztásunk ugyancsak jól kalkulálható, addig a szél és napenergia által számított termelési oldal már nem. A megoldási lehetőségek között a stabil és jól szabályozható generátort csak akkor lehet elfogadni autonómnak, ha a hozzá szükséges üzemanyagot is magunk termeljük meg. Ehhez, megfelelő szintű mezőgazdasági háttér szükséges. A szél- és a napenergia eloszlásában nagy a szórás, ami egy adott ellátási rendszernél könnyen eredményezheti, hogy valamelyik energiahordozóban hetekig zavar áll fenn. Az elektromos energia ellátási rendszerét - a gépészeti elemek zavartalan üzemeltetéséhez – ezért jelentősen túl kell méreteznünk, és többkomponensű hibrid-megvalósításokra célszerű támaszkodnunk.

A legkörülményesebb a szennyvíz problémájának a megoldása. A meglévő központi rendszer kényelmi szintjét elérő megoldással igazság szerint nem találkozunk. Legközelebb hozzá talán a bioreaktoros megoldás áll, de itt is figyelniünk kell, hogy mi kerül a lefolyóba, mert bizonyos vegyszerek (pl. Hypo) felboríthatják a működését. A fekális vizet mindenféleképpen el kell választanunk a többi keletkező szürkevíztől. Ez az egyetlen lehetséges jó megoldás, aminek a végén még lehet hasznosítani a vizet öntözésre, és a komposztálásból eredő trágyát a növényekhez.

Érdemes lenne államilag adókedvezménnyel támogatni az autonómiára törekvő beruházásokat, mivel a jövőre nézve az egész ország érdeke, hogy minél jobban csökkenjen a fosszilis energiahordozóktól való függésünk. Ez gazdasági okokon túl – kiszolgáltatottság és a külföldi cégek áremelései – politikai vonzattal is rendelkezik gondolva a 2009-es orosz és ukrán gázvitára.

A teljesen egyéni autonómia megteremtése helyett sokkal előnyösebb lenne a helyi szintű önállóság megteremtése. Falusi szinten már a környékbeli erdőkből fenntartható erdőgazdasággal kitermelt fák elgázosításából termelt áram és központi fűtés megteremtése; már elfogadható CO_x semlegesnek. Amint van egy

meglévő és pontosan szabályozható központi termelő egységünk, akkor már vezérléssel stabilizálható a rendszerbe kapcsolt nap-, vagy szélérőmű. A közös-ség együttes szennyvíz kezelése megint csak hatékonyabb, mint a külön-külön háztáji. A keletkező szennyvíziszapból biogáz termelhető, ami felhasználható áram és hő termelésre. A keletkező trágyát pedig tápanyag utánpótlásra lehet használni. A nyilvánvaló pénzügyi előnyök mellett munkahelyeket is teremtenek, egyrészt a kivitelezés, másrészt a folyamatos üzemeltetés során. További előnye, hogy fejlesztések esetén elég a központi gépészetet cserélni, és nem kell minden háznál szerelési munkálatokba kezdeni.

Összefoglalás

Az elkészülendő házhoz komposzt WC-t terveztünk, aminek feltétele, hogy legyen pince. A pince kialakítása és a beton alap elkészítése nem jelent többlet költséget egy hagyományos házhoz képest. A közel 30%-os vízmegtakarítás egyszerűen elengedhetetlen az önellátáshoz és a lehetséges alternatívák közül a csapadékhasznosítás a legüzembiztosabb és a legkomfortosabb. Az alapozás után a felépítmény az acélvázaz könnyűszerkezetes házra esett, ami adott érték-tartományban a legjobb hőszigetelést biztosítja, ami szükséges a nagy üvegfelü-let miatt. A használati meleg vízhez szükséges hőt egy talaj-kollektoros hőszivattyú állítja elő, mivel a legjobb átváltást elektromos energiából a hőenergiába ez a megoldás nyújtja. Extrém hideg időjárás esetére harmadik generációs elektromos padló és részleges falfűtést építettünk be. Igaz az elektromos energiával való közvetlen fűtés nem túl takarékos, de a könnyű telepíthetősége, kevés munkaórája és gyors hő leadó teljesítménye alapján a legköltséghatékonyabb. Az áramtermelést hibrid rendszerbe kapcsolt szélgép és napelemek látják el, amik-hez akkumulátor biztosítja a helyi tartalékot, illetve túltermelés esetén a hálózatra termel és biztosít bevételt. Meglátásunk szerint az eredeti célkitűzések maradéktalanul teljesültek, és gazdaságossági megtérülésüket is igazoltuk munkánk-ban a táblázatok és számítások segítségével. Természetesen a képet kicsit árnyalja, hogy egy ilyen ház mindennapi üzemeltetéséhez a hagyományos épületekhez képest több idő és energia szükséges.

Felhasznált irodalom

- Anderson L.O. 1999. Amerikai családi ház építése faszerkezettel. CSER Kiadó, Budapest.
- Armin T., Werner W. 2005. Napkollektoros berendezések. CSER Kiadó, Budapest.
- Az ország első aktív keshháza! 2013. <http://www.alternativenergia.hu/atadtak-az-elso-magyar-aktiv-keszhazat/8466>.
- Ceredom. 2013. www.szalmahaz.hu.
- EPS NEO Építőelemgyártó Zrt. 2013. <http://www.prokoncept.hu>.

- Ertsey A. 2004. Az Autonóm ház. Szent István Egyetem.
- Eurostat. 2012. http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_PUBLIC/8-27032012-AP/EN/8-27032012-AP-EN.PDF.
- Farsang A., Nagy M., Nógrádi P. 2010. Építsünk passzívházat. CSER Kiadó, Budapest.
- Ferenczi Ö. 2009. Áramtermelés nap- és szélenergiából. CSER Kiadó, Budapest.
- ISOTEQ GROUP vállalatcsoport. 2013. <http://www.isoteq.hu>.
- Jaroslav D. 2006. Fűtési módok házban, lakásban, CSER Kiadó, Budapest.
- Karl - Heinz B. 2008. Az esővíz hasznosítása. CSER Kiadó, Budapest.
- Magyar Víziközmű Szövetség. 2013. http://www.vizkincs.hu/vizkincs_tanari_szoba.php?menu=tanari_szoba_kornyezetvedelem&token.
- Megéri Magyarországon passzívházat építeni? 2013. <http://lakjonjol.hu/cikk/fogyasztas-energetika/1995-megeri-magyarorszagon-passzivhazat-epiteni>.
- Novák Á. 1995. A szolár építészet alapjai. Structural Join European Project, pp. 248-268.
- Nyíregyházi Főiskola. 2013. <http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/szelektiv/eredet1.htm>.
- Ökológiai Intézet A Fenntartható Fejlődésért Alapítvány. 2011. Környezetbarát technológiák az építkezésben és praktikus megoldások a ház körül, Fenntartható életmódot népszerűsítő nonprofit információs központ Gömörben. KEOP 6.20.B/2010-0008 pályázat.
- Wolfgang G. 2005. Ökoházak, CSER Kiadó, Budapest.
- Xella Magyarország Kft. 2013. http://www.ytong.hu/index.php#_sub1460.
- 7/2006. (IV. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról